

技術解説



海外の金型事情と当社の展開

瀬尾三郎*

Trend of Die and Mould Industries and Our Strategy in Overseas

Saburo Seo

Synopsis

The trend of overseas die and mould industries and our strategy is reviewed. Automobile and electrical appliance manufacturers have increased overseas sales remarkably in these three decades. They are accelerating the transplanting of production and local procurement for cost reduction and shorter delivery time. They are focussing on supplying same quality products all over the world. Die and mould industries are also required as well.

In these circumstances we have provided the infrastructure for die and mould manufacturing: proper inventory, machining, heat-treatment, surface-treatment and technical service. We will, furthermore, continue to improve the service in Asian and emerging countries where die and mould industries are expecting to grow. It is becoming more and more important in foreign nations to provide Japanese high quality die and mould steels accompanied with the same technical service as in Japan.

We would like to contribute to globalization and development of the emerging countries through providing infrastructure service for die and mould manufacturing.

1. はじめに

世の中の工業製品のほとんどは「型」による転写技術を用いて作りだされている。我々の身近にある自動車と家電機器も、型を用いて造られた部品の組合せで構成された製品である。金型の用途の約80%はこの二つの産業であり¹⁾、各業界の発展を支えてきたと言っても過言ではない。金型製造において、日本はこれまで技術力と生産性により世界をリードする地位を築いてきた。しかし、顧客である製造業が世界展開を進め、生産コストを下げるためにアジアをはじめとする海外各地で現地生産、現地調達を進めており、需要環境は大きく変化している。例えば、日本の自動車産業においては Fig.1²⁾ に示すとおり 2007 年以降、海外生産が国内を上回る状況となっている。2008 年のリーマン・ショック後の全世界不況により、生産拠点の増強は一時的な足踏状態にあ

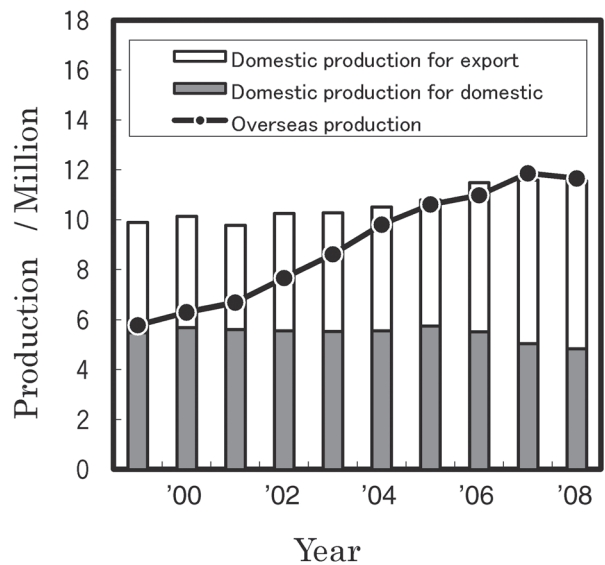


Fig.1. Change in automobile production of Japanese makers.

2010 年 1 月 18 日受付

*大同特殊鋼(株)海外事業部 (Global Business Div., Daido Steel Co., Ltd.)

るものの、現地生産や調達アイテムの拡大が進んでおり、海外比率増加の流れはかわっていない³⁾。一方、金型製造技術においては、高精度加工機、CAD/CAM システムおよびインターネットの進展、普及など各種技術変化が後押しした結果、現在では普通の金型であればアジア地域ならどこでもつくれる状況になりつつある⁴⁾。そして、自動車などでは、同一品質の製品を世界で同時期に供給するために、日本をはじめとする製品開発国において初回金型で仕様を決定し、各製造地域でコピー型による生産をする方式をとるようになってきている。このため、海外での金型生産がますます加速すると同時に、金型に対する要求はQCD（品質、コスト、納期）すべてにおいて地域を越えて一層高度化、ボーダーレス化している。

こうした環境のもとに、当社およびグループ会社（以下、当社グループと称す）は台湾、ASEAN、中国に相次いで現地法人を設立し、素材の販売、加工、熱処理を含めた金型製造インフラサービス業務を拡大してきた。

そこで、今回は特にアジア地区を中心に海外の金型事情と当社の展開について報告する。

2. 当社の海外展開への考え方

基本の考え方は以下の4点である⁵⁾。

- ①国内と同様のサービスで、満足していただける金型用鋼を供給する
- ②当社固有の特徴あるブランド鋼の供給
- ③素材、加工、熱処理の一貫サービスの提供
- ④金型用鋼をより良く活かす技術サービスの提供

金型生産のグローバル化に寄与するために、必要な場所で、必要なときに、顧客に満足していただけるQCDに優れた金型用鋼を供給するのはもちろん、特に、信頼度に優れた高品質鋼を提供することを主眼とし、高品質金型の製造に寄与したいと考えている。

金型用鋼は、各種規格に規定される工具鋼以外に、素材メーカーは各種のブランド鋼を生産している。ブランド鋼は、金型の高品質化、加工費、寿命を併せたトータルコストの削減に役立つよう、規格鋼とは異なる特性を付与し、顧客から信頼を得ている。海外においても、国内で実績があるブランド鋼を供給することはもとより、グローバル化に対応するために開発した素材を国内と同時期にあるいは先行して提供し高い評価を得ている。

素材の提供に加え、加工と熱処理のサービスは、金型用鋼をより良く使用していただくために、ますます重要となっている。当社グループにおいてプレート加工は、

ほぼ全域をカバーしている。素材の性能を引き出す重要な熱処理についても、需要の多い地域で高精度熱処理サービスを提供し、金型寿命の安定に寄与している。

さらに、素材の選択、使用技術相談やトラブル改善サポートをするために、各地に技術スタッフを常駐させるとともに分析調査ができる体制を整えており、適確なサービスをタイムリーに提供することを目指している。

3. 当社グループの海外拠点

Fig.2に当社グループの金型用鋼の海外拠点を、Table 1にその詳細を示す。

台湾では、1988年に熱処理を立ち上げた後、2002年に3社合併により天文大同特殊鋼股份有限公司として素材、加工、熱処理の総合体制が整った。

ASEANでは、1989年シンガポールにDaido Amistar (S)Pte.Ltdを設立、引き続き、1994年インドネシア、1995年タイ、2001年マレーシア、2008年ベトナムにグループ会社を立ち上げた。自動車関連の冷間、熱間型の需要が増加しているタイとインドネシアでは熱処理設備を有している。

中国では、1997年に上海で素材販売と熱処理を開始し、2005年に華北地区の大連に分公司を立ち上げた。さらに、2005年から2006年にかけて日系自動車メーカーが多く集まる華南地区に2社が素材、加工、熱処理の操業を開始し、華北から華南までの地域で当社材の供給が可能となっている。

その他、米国では自動車関連金型企業が多いシンシナティ近郊で金型用鋼の販売を行っている。また、韓国では現地問屋の活用による素材供給体制を敷いている。

技術サポートに関しては、中国、タイ、インドネシアに技術スタッフが常駐し、マレーシア、シンガポール、ベトナムはタイのスタッフがカバーしている。さらに、中国の広州とASEANのタイに分析調査体制を整えた。

4. 金型用鋼の需要動向

アジア地区の金型用鋼の市場規模については、公な統計が未整備なため、当社の販売実績をもとに考察を述べる。

Fig.3にアジア地区の当社金型用鋼の鋼種別2008年販売重量比率を示す。

ASEANは、冷間型用鋼と熱間型用鋼で約80%を占め、日本と同様の構成である。この地域はタイ、インドネシアを中心に自動車や2輪の生産が盛んで、比較的早い時期から金型製造インフラが整い、1997年の通過危

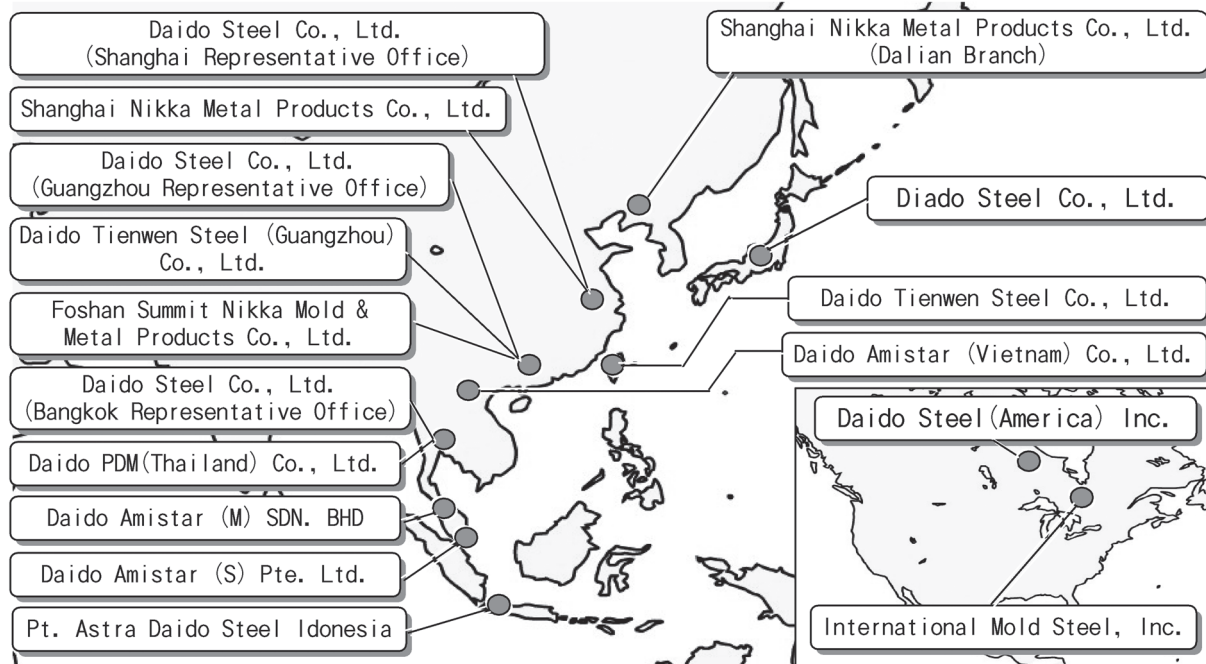


Fig.2. Daido's global network for die and mould steels.

Table 1. Daido's overseas companies supplying die and mould steels.

	Company name	Location	Material service	Machining service	Heat-treatment	Technical service
Taiwan	Daido Tienwen Steel Co., Ltd.	Taoyuan	レ	レ	レ	From Japan
China	Daido Steel Co., Ltd. (Shanghai Rep. Office.)	Shanghai	-	-	-	-
	Shanghai Nikka Metal Products Co., Ltd.	Shanghai	レ	レ	レ	↓
	↑ (Dalian Branch)	Dalian	レ	-	-	↓
	Daido Steel Co., Ltd. (Guangzhou Rep. Office.)	Guangzhou	-	-	-	レ
	Daido Tienwen Steel (Guangzhou) Co., Ltd.	Guangzhou	レ	レ	レ	↑
	Foshan Summit Nikka Mould & Metal Products Co., Ltd.	Guangdong	レ	レ	レ	↑
ASEAN	Daido Steel Co., Ltd. (Bangkok Rep. Office.)	Bangkok	-	-	-	レ
	Daido PDM (Thailand) Co., Ltd.	Bangkok	レ	レ	レ	↑
	Daido Amistar (M) SDN. BHD	K. L.	レ	レ	-	↑
	Daido Amistar (S) Pte. Ltd.	Wood Land	レ	レ	-	↑
	Daido Amistar (Vietnam) Co., Ltd.	Ha Noi	レ	レ	-	↑
	Pt. Astra Daido Steel Indonesia	Jakarta	レ	レ	レ	レ
U. S.	Daido Steel (America) Inc.	Illinois	-	-	-	-
	International Mould Steel, Inc	Cincinnati	レ	レ	-	From Japan

機を乗り越え急速な経済成長を続けてきた。昨今の経済状況から一時的な足踏み状態にはあるものの、今後も堅調な需要の増加が予測される。

中国は、プラスチック型用鋼が50%を超え、熱間型用鋼の比率は日本に比べ低い。熱間型は、機械負荷や熱負荷ともに過酷な条件下で使用され、高度な製作技術が必要とし、現地での生産が発展途上にあるためと考え

る。一方、Fig.4に示すとおり中国の自動車生産は急増しており、2009年は1300万台に達し世界一になることが確実視されている⁶⁾。また、現地モータリゼーションの発展により先進国と同様に、自動車の軽量化やトランスミッションのオートマチック化がすすむため、アルミダイカストの需要は今後さらに増える⁷⁾。同需要向けに日本の金型企業も現地生産の強化を進めており、動力シ

ステムの変革までの間は、高品質熱間型用鋼の需要は増加し続けると考える。

台湾と韓国の合計は、プラスチック型用鋼が最も多く、熱間型用鋼が少ない。電気・電子産業を得意として発展してきたことが理由の一つと考える。台湾はOEMも含めた電子・電気産業にさらに力を入れ、韓国は加えて自動車産業を強化しており、両国とも中国への生産移管拡大を進めている。

5. 金型用鋼への要求動向と当社のブランド鋼

5. 1 金型用鋼への要求動向

金型用鋼に求められる特性は、各産業界の製品の高機能化に対応する高品質、なおかつ加工性と金型寿命を併せたトータルコストに優れていることである。

要求諸特性では、型性能として耐摩耗性、韌性、疲労強度、熱負荷損傷抵抗、耐食性、高鏡面性、表面処理性能などが、また型製造として被削性、低熱処理歪み、焼入性、溶接性などが、産業分野や用途によって選択される。

対応する各種金型用鋼の開発および品質改善は、合金設計の最適化と同時に、製鋼過程での不純物濃度の低減、鍛造・圧延工程での強化鍛錬（7000トンプレス活用など）、均質化处理などによる炭化物および組織の微細化と均質化、適正な熱処理、さらにESRなど特殊溶

解法の適用など、総合的な造り込み技術の蓄積により行っている。このことにより、求められる特性を満たす鋼種を提供し、ユーザーからの信頼を勝ち得ている。近年は金型材料の低コスト化への要求も強いいため、高価なレアメタルの添加を抑えた合金設計や特殊溶解法以外の造り込み技術を適用した汎用鋼の提供を始め好評を得ている。

5. 2 当社のブランド鋼

Table 2に当社の主要輸出ブランドを示す。前述したとおり、国内で実績のある高性能で高品質なブランド鋼に加え、グローバル化に対応するために開発した特徴あるブランド鋼を各地で在庫し販売している。

(1)冷間ダイス鋼

冷間ダイス鋼ではSKD11に替わり、高硬度、高韌性のDC53が海外でも評価が高い。特に、高温焼戻しで62 HRCという高硬度が得られ、ワイヤー放電加工しても金型の歪みが小さい。加えて、プレス金型の高張力鋼板対応として用いられる表面コーティングにも安定した特性を示す。

さらに、粗大な炭化物を極限まで低減したマトリクスタイプの冷間ダイス鋼であるDCMXを開発し、高硬度、高韌性という金型性能に加え、高被削性、熱処理変寸の異方性が小さいという金型の造りやすさを両立している⁸⁾。

Fig.5に冷間ダイス鋼DC53とDCMXの特徴を示す。

(2)熱間ダイス鋼

熱間ダイス鋼では耐ヒートチェック性に優れる5Cr-3

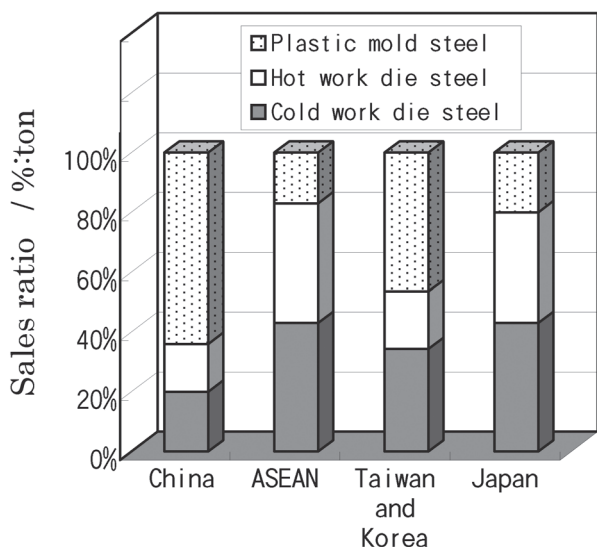


Fig.3. Breakdown of Daido's die and mould steels sales weight in 2008.

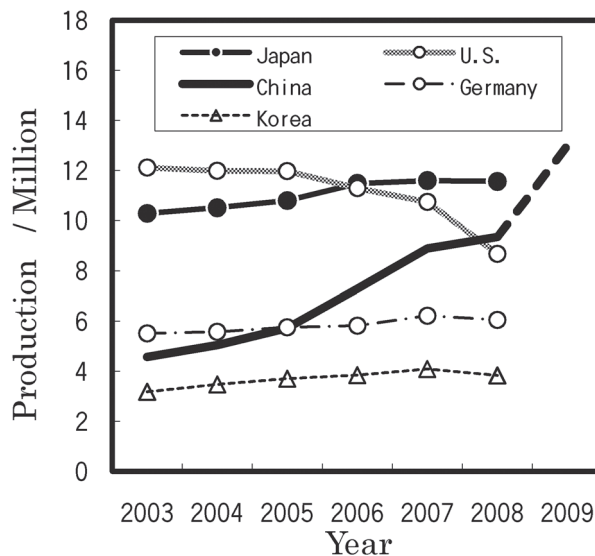


Fig.4. Change in automobile production in top five countries.

Mo系のDH31-SがSKD61に替わり、海外でも主にダイカスト金型として定着している。DH31-Sは再溶解(ESR)による清浄鋼であり、強化鍛錬や均質化処理との組合せで均質性に優れ、高靱性を付与しているため大割れが発生しにくい。また、高温強度や耐軟化抵抗にも優れるためヒートチェックも軽微でありダイカスト金型の寿命延長に寄与している。さらに、金型の大型化および高性能化に合致するように焼入性を改善したDH31-EXを開発し、従来鋼からの切替を進めている。

一方、汎用鋼においては、必ずしも熱処理インフラが十分ではない海外での一層の品質安定のために、焼入性と靱性に優れたDHA-WORLDを開発し、使用実績が増えるとともに高い評価を得ている。DHA-WORLDは、全世界で安定して性能を発揮できる高信頼性グローバル汎用鋼を担うために、レアメタルであるCrとMoの含有量はSKD61と同等としながらも、その他の成分設計を最適化することで高い焼入性を持たせ、さらに強化鍛錬や均質化処理により一般溶解材でありながら再溶解材と同等の高靱性を付与している。このため、熱処理が容易で大物金型でも大割れが発生しにくく、また、軟化抵抗にも優れるためヒートチェックもSKD61対比で軽微であり金型の寿命延長に寄与している。

その他、金型のハイサイクル化に貢献する高熱伝導

率金型用鋼としてDHA-Thermoを開発し、鋳抜きピン、スプールコア、プランジャーチップなどの小型部品の抜熱を促進する機能性熱間ダイス鋼として用いられている。DHA-Thermoを金型に用いると、鋳込み時に製品が急速凝固されるため鋳造組織の微細化や鋳巣の改善に効果がある⁹⁾。また、金型温度の低下による焼付きや溶損の軽減、ヒートチェックの軽減で金型の寿命延長に寄与するなど海外でも高い評価を得ている。

Fig.6にDH31-EXとDHA-WORLDの位置付けを示す。
(3)プラスチック型用鋼

プラスチック型用鋼では40 HRC級プリハードン鋼で高鏡面性と加工性を高い次元で両立させたNAK80、NAK55が海外でも定評があり、高性能鋼のデファクトスタンダード鋼の地位を確立している。NAK鋼は再溶解材であり、均質性に優れ、低C析出硬化鋼であるため溶接補修が容易で、溶接後の後熱処理により硬さが初期硬度と同一になる特徴がある。

このため、海外での金型製作に当たり、高品質であるだけでなく加工性、磨き性および溶接性を兼ね備えた使い易い素材であり、各地で透明品および精密シボ加工用プラスチック金型をはじめ幅広い用途に使われている。

また、ユーザーニーズの多様化に対応するために、NAKシリーズとして超鏡面に対応したNAK-PRMと、

Table 2. Daido's main die and mould steels for export.

	Brand name	JIS	Features	Main applications
Cold work die steel	YK30	SKS93	Oil quenched type carbon tool steel	Cold work die for small production
	GOA	SKS3	Oil quenched type low alloy tool steel	Cold work die for medium production
	DC11	SKD11	General purpose cold work die steel	Cold work die for general use
	DC53	-	High hardness and high toughness	Mass production die, Rolling die
	DCMX	-	High toughness and good machinability	Mass production die, Precision die
Hot work die and mould steel	DHA1	SKD61	General purpose hot work die steel	Hot work die and mould for general use
	DHA-WORLD	-	High hardenability and high toughness	Hot work die and mould for longer life
	DH2F	-	Prehardened (40 HRC)	Die-cast mould, Plastic mould, Pin
	DHA-Thermo	-	High thermal conductivity	Pin, Spool bush and core, Plunger tip
	DH31-S	-	High strength at elevated temperature	High efficiency die and mould
	DH31-EX	-	Improved DH31-S	High efficiency die and mould
Plastic mould steel	PX4	-	Prehardened (30 HRC). good weldability	Plastic mould for general use
	PAC5000	-	Prehardened (40 HRC). good mirror polishability	Translucent use
	NAK80, NAK55	-	↑ . High mirror polishability and machinability	Transparent outer decorative use
	NAK-PRM	-	↑ . Excellent mirror polishability	Ultra mirror finish use
	G-STAR	-	Prehardened (34 HRC). corrosion-resistivity	Decorative use
	S-STAR	-	Excellent mirror polishability.	Ultra mirror finish use
Matrix type High speed tool steel	DRM1	-	High hardness and high toughness	Hot and warm work die and mould
	DRM2	-	High hardness and high toughness	Warm and cold work die
	DRM3	-	High hardness and high toughness	Cold work die

磨き品質と経済性を両立させた PAC5000 を、40 HRC プリハードン鋼として開発し好評を得ている。

NAK-PRMはS-STAR同等の超鏡面性を付与しており、TV 枠型などに使用され、家電メーカーの海外生産に対応するために各地域で供給をおこなっている。NAK-PRMは再溶解と強化鍛錬および均質化処理など造り込み技術を駆使し、NAK シリーズとしての使い易さはそのままに、超鏡面性に加え高靱性と湿潤環境下での耐錆性を付与したプリハードン鋼であり、超鏡面金型の製造納期短縮に寄与している。

PAC5000はPX4からNAKの間をつなぐ鏡面用途に対応した一般溶解材であり、高靱性で熱伝導率が高く製品成型サイクルタイムの短縮に寄与している。

そして、高硬度耐食鋼であるS-STARは各種レンズ、透明用途、超鏡面意匠部品に用いられ、金型メンテナンスが容易なことからも使用量が増加している。このトリプルメルト材であるD-STARは超々鏡面みがきに対応できる。

Fig.7にプラスチック型用鋼の位置付けを示す。

(4)マトリックスハイス

マトリックスハイスでは、金型への高負荷化に対応し、ダイス鋼と粉末ハイスの間を埋める DRM シリーズ¹⁰⁾を海外でも提供している。粗大な炭化物を極限まで低減させ、従来材を遥かに凌ぐ高靱性を付与し、ワレ、カケ防止による金型寿命延長に寄与している。

6. 今後の課題

ASEAN や中国、加えて新興国をはじめとする海外での金型製造は今後ますます増加すると同時に、品質と納期についての要求は日本と同等になると考える。このため、素材供給のみならず加工、熱処理、表面処理など周辺サービスの海外対応強化が必要である。

特に、金型材料が本来有する性能を発揮できるかどうかを左右する熱処理技術は重要である。しかし、アジアや新興地域では信頼できる熱処理技術が定着しておらず、高精度金型の製作にあたっての最大の課題である。また、表面処理についても、プレス金型の高張力鋼板対応や各種金型の寿命改善に対してなくてはならない物となっており課題である。

当社グループは、これまでに熱処理では自動車用金型需要が多い上海、広州、タイ、インドネシアで高精度熱処理サービスを行い、表面処理では塩浴窒化処理 (PS 処理)、TD 処理などを行ってきている。引き続き拠点の拡充強化を進めるとともに、専門企業との協業も視野

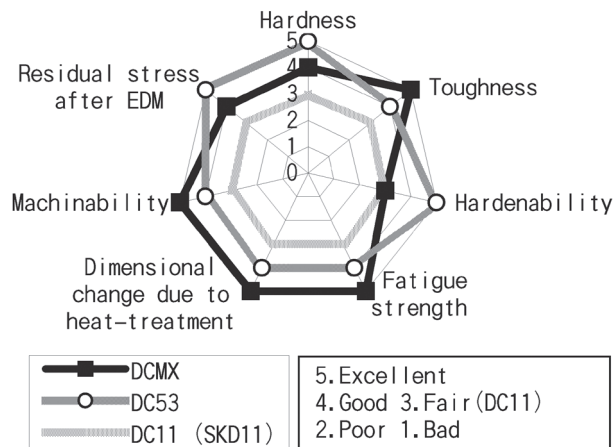


Fig.5. Features of DC53 and DCMX.

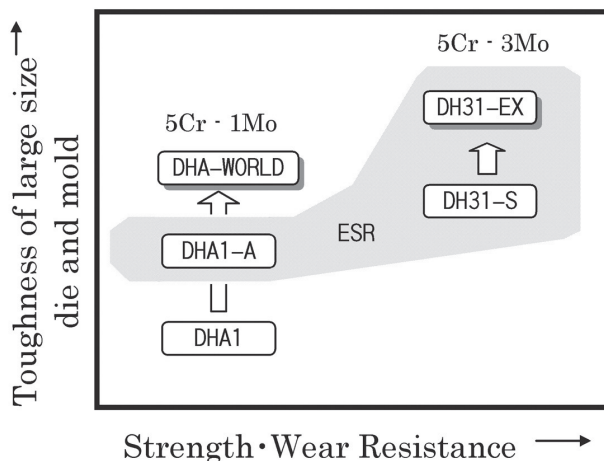


Fig.6. Ranking of DH31-EX and DHA-WORLD.

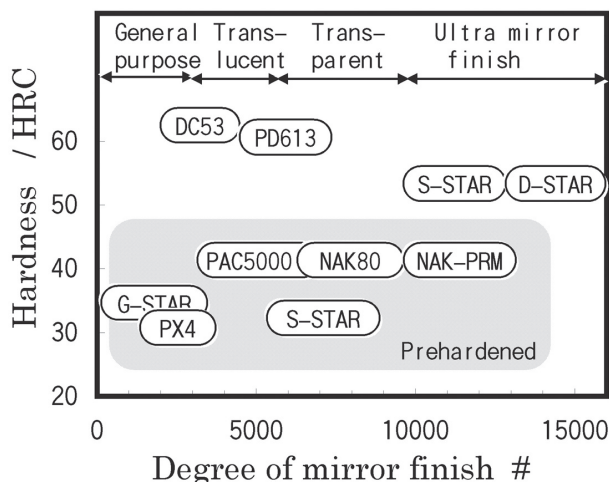


Fig.7. Ranking of plastic mould steels.

にいたサービスの強化を図り、必要なものを、必要な場所で、必要なときに供給する体制をいっそう充実していきたい。さらに、金型材としての機能を十分に引き出し、高精度化や寿命向上に結び付けていくために素材だけでなく、利用技術、応用技術についても、分析調査機能を含め、技術サービス体制をより充実したいと考える。

7. おわりに

日本の信頼性の高い高品質なものづくりは、今後とも発展し、多くの国に浸透していくと考えられる。このため、海外生産や現地調達が進む一方で、世界同一品質を確立するために、日本をはじめとする先進国は、研究開発や品質技術管理の統括機能としての役割をより増してきている。

したがって、当社グループは、金型インフラ提供企業として、進出国との相互理解のもと地域の発展に貢献するとともに、日本をはじめとする各地域との連携を密にして境界のないサービスを提供することにより顧客のグローバル展開へ寄与し続けたいと考える。

(文献)

- 1) 特殊鋼倶楽部：特殊鋼の最終用途別需要実態調査結果報告，7(2009)，13.
- 2) 日本自動車工業会統計資料，(2009).
- 3) 永光達夫：型技術者会議 2009講演論文集，15(2009)，3.
- 4) 横田悦二郎：型技術，23(2008)，1，18.
- 5) 並木邦夫：型技術，20(2005)，11，23.
- 6) 木村爽：Asia Business Report，51(2009)，9，7.
- 7) 上島考一：鑄造工学，80(2008)，723.
- 8) 清水崇行，井上幸一郎，関谷篤：型技術，23(2008)，14，68.
- 9) 河野正道，井上幸一郎：まてりあ，48(2009)，32.
- 10) 中濱俊介，松田幸紀，並木邦夫，尾崎公造：電気製鋼，76(2005)，279.